

# 滚动轴承故障的声发射检测技术

李凤英, 沈玉娣, 熊 军

(西安交通大学 机械工程学院, 西安 710049)

**摘要:**介绍声发射信号技术的机理,研究用声发射检测滚动轴承故障的方法。把声发射信号与振动信号作对比,通过高通滤波后再进行包络解调,结果表明声发射信号可以较早地诊断出故障,抗干扰性好。而且经过信号处理之后,声发射信号分析的频率比较单纯,能够很简单地判断出故障部位。

**关键词:**声发射检测;轴承;故障诊断;信号处理

中图分类号: TG115.28; TB526

文献标识码: A

文章编号: 1000-6656(2005)11-0583-03

## Acoustic Emission Technique for Fault Diagnosis of Rolling Bearing

LI Feng-ying, SHEN Yu-di, XIONG Jun

(School of Mechanical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

**Abstract:** On the basis of analyzing the mechanism of acoustic emission(AE) and its signal processing, the fault diagnosing method for rolling bearing was studied. The AE signals from rolling bearing were processed by high-pass filter and demodulation and compared with vibration signals. The results of experiments proved that acoustic emission technique was feasible for fault diagnosis of rolling bearing.

**Keywords:** Acoustic emission testing; Bearing; Fault diagnosis; Signal processing

滚动轴承是许多机械的重要组成部分。一般来说,轴承工作环境恶劣,因而也是机器中极易损坏的元件。对滚动轴承的故障预测和诊断技术也是近年来国内外研究的热点。传统的方法也有不少,但是检测效果甚微,主要原因在于环境噪声太大,轴承故障信号与振动噪声信号混在一起,无法判别。目前还有铁谱分析和铁磁分析法等一些成本较高的方法。但是对于滚动轴承的检测而言,由于故障信息较弱,噪声信号有时会掩盖甚至湮没故障信号。任何一种检测方法,首先是必须尽可能地消除干扰,尤其是消除流体动力的干扰和机械振动噪声,提高信噪比;其次,尽可能及早预报故障的发生。因而,及时准确地提取出故障信息,是诊断轴承故障的前提。由于声发射信号的频谱较宽,用其高频特性,可以有效抑制干扰,提高诊断的准确性。此外,轴承裂纹从产生至扩展阶段,所产生的声发射信号是很明显的,

相比而言,对于微裂纹的缓慢扩展,振动信号就没有明显的变化。振动信号虽然能够提供较多的滚动轴承故障信息,但是由于信号构成比较复杂,故障信号经常与正常振动信号混在一起,而且频率成分与噪声干扰成分混在一起,往往不易清晰地判别出故障,因此需要较复杂的信号处理技术<sup>[1]</sup>。利用声发射技术对滚动轴承故障进行早期预报和诊断有很大的优势。下面利用声发射方法对滚动轴承故障进行分析。

## 1 声发射技术的原理及其应用于滚动轴承检测的可行性

### 1.1 滚动轴承产生的声发射现象

声发射是材料受到外力或内力作用产生变形或者裂纹扩展时,以弹性波的形式释放应变能的现象<sup>[2]</sup>。声发射检测是一种动态无损检测方法,声发射信号来自缺陷本身<sup>[3]</sup>。缺陷所处的位置和所受力状态的不同其损伤程度也不同,所以声发射特征

也不同。因此可以利用轴承的声发射信号对轴承的安全性及运行状态进行长期监测。

滚动轴承的故障主要有磨损、疲劳、腐蚀、断裂、压痕和胶合等形式。故障的位置一般是外圈、内圈、滚动体及保持架。磨损和疲劳是滚动轴承两种常见的故障形式。疲劳故障是由于轴承经常受到交变载荷的作用,在轴承的金属部件内部产生位错和塑性变形,由此产生疲劳裂纹源。磨损是由于轴承滚道、滚动体、保持架、座孔或安装轴承的轴颈,由于机械原因产生的表面磨损,金属晶格发生弹性扭曲,逐渐产生微观裂纹,进而在外圈或者内圈出现麻点或微粒剥落等现象。所有这些故障的产生和发展过程中,都会伴随着声发射现象的产生。

作者采用声发射信号对滚动轴承的故障进行研究分析,重点对于滚动轴承故障的信号变化进行研究。声发射信号一般可以分为突发型和连续型两类。滚动轴承的故障属于元件的剥落和裂纹时,产生的声发射信号可以归为突发型。轴承滚动体剥落的情况见图 1。

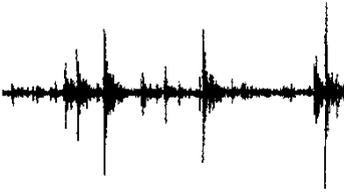


图 1 滚动体剥落时的声发射信号

由于润滑不足或工作表面胶合时,产生的声发射信号则可以看作是连续型的信号。

### 1.2 轴承中声发射信号的表征方法

声发射现象的描述一般采用的典型参数如图 2

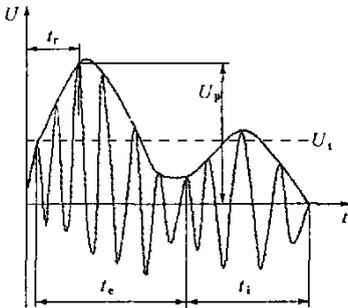


图 2 参数设置

$t$ ——时间  $U$ ——电压  $t_r$ ——上升时间  
 $t_e$ ——事件宽度  $U_p$ ——输出的最大幅值信号  
 $U_i$ ——门檻电压  $t_i$ ——事件时间间隔

所示<sup>[4]</sup>,波形超过预置的阈电压后便形成一个矩形脉冲,这些矩形脉冲就称为事件脉冲,将信号进行包络检波后再进行事件脉冲计数就是事件计数,单位时间的事件计数为事件计数率,计数累计就称为事件总数<sup>[5]</sup>。设置阈电压的重要作用就是对低于阈电压的信号不予考虑,因而一定程度上抑制了干扰噪声。能量法通常以能量值和能量率的形式给出。能量值是指在给定的测量时间范围内所得到的能量大小,单位时间的能量称为能量率。能量分析法是直接度量信号的振幅或其有效值和持续时间,反映声发射能量的特性<sup>[4]</sup>。此外还有加权振铃计数法等。

声发射信号从声发射源经过介质传至传感器,传感器所接受的是经过多次反射、波形衰减和波形变换后不同频率谐波叠加而成的波形。因此在声发射的一个事件里,到达传感器的波形很可能分为好几个波形。因此设定事件时间间隔为  $t_i$ 。

## 2 试验分析

### 2.1 试验设备安装

试验采用型号为 308 的深沟球滚动轴承,在轴承座上预先制造出安放传感器的平面,将传感器直接安装在外套上,采用专用耦合剂进行耦合,以减少信号在传播过程中的衰减。采用两个美国 PAC 公司的 WD(宽频)型传感器。

### 2.2 参数及阈电压设置

声发射信号是声发射源在外力诱导下的应力脉冲波,每个声发射的脉冲波都包含着一个频率谱。经试验研究可知,轴承的声发射信号的频率谱一般在 50 kHz 到几百千赫之间,因此,将采集到的声发射信号进行 50 kHz 的高通滤波。用正常信号正确地设定阈电压,以免阈电压设置不合理造成计数的变化。这次试验将正常滚动轴承的声发射信号看作为背景噪声,测出正常轴承的声发射信号,求出信号的峰峰值,将该值作为故障信号的阈电压,进而判断被检轴承故障的状况。

### 2.3 信号的 Hilbert 包络原理

采用 Hilbert 包络解调,因为 Hilbert 解调结果与原调制信号完全相同,其原理如下

$$H(x(t)) = x(t) \cdot \frac{1}{\pi} = [a(t)\cos(\omega_c t)] \cdot \frac{1}{\pi t} = a(t)\sin(\omega_c t) \quad (1)$$

构造的解析信号为

$$q(t) = x(t) + jH(x(t)) \quad (2)$$

对解析信号进行包络处理后得到

$$H_{env}[x(t) + jH(x(t))] = a(t) \quad (3)$$

对滤波后的声发射信号进行 Hilbert 包络处理后再进行进一步的分析。

### 3 试验结果

考虑到低频噪声的存在,采用高通绝对值解调方法。因此将采集到的声发射信号经前置处理后进行高通滤波,最后进行包络处理。整个过程为,前期处理→高通→取绝对值→低通→包络。

图 3a 和 b 分别是轴承运行一段时间后检测到的振动信号和声发射信号。

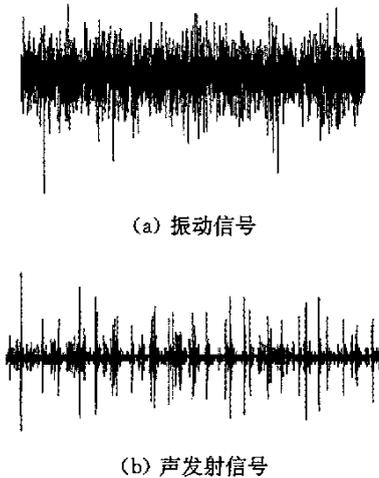


图 3 两种信号在同一状态下的比较

由图 3 可以看出,正常轴承经过一段时间的运行后,声发射信号可以明显反映故障的变化,而振动信号由于与噪声及其它干扰信号混在一起,既看不出信号的明显变化,更不能发现故障信号。

试验目的不仅要判断轴承故障的出现,而且要分析故障发生的部位。由于滚动轴承的滚动疲劳裂纹的损伤发生在轴承部件的滚动接触面或其表面下,因此检测出的声发射信号会按照各部件独有的转动周期发生。当声发射发生的周期与某个部件转动的周期相同时,就可认为此声发射信号为该部件的损伤故障信号。由  $n$  个直径为  $D$  的滚珠组成的滚动轴承节圆直径为  $D_p$ ,接触角为  $\alpha$ ,内圈以  $N_i$  kHz 旋转,外圈固定不动时,轴承各部件的故障频率可按下面公式计算<sup>[6,7]</sup>:

外圈的故障频率

$$f_o = \frac{1}{2} f_r (1 - \frac{D}{D_p} \cos \alpha) n \quad (4)$$

滚珠的故障频率

$$f_b = f_r \frac{D_p}{D} [1 - (\frac{D}{D_p})^2 \cos^2 \alpha] \quad (5)$$

内圈的故障频率为

$$f_i = \frac{1}{2} f_r (1 + \frac{D}{D_p} \cos \alpha) n \quad (6)$$

保持架的故障频率

$$f_c = \frac{1}{2} f_r (1 - \frac{D}{D_p} \cos \alpha) \quad (7)$$

若内圈不动而外圈旋转,则与此类似。

试验研究了 308 滚动轴承在外圈不动、内圈以 1 080 r/min 的速度旋转时产生故障的情况。轴承参数以及计算的各个部件故障频率为,8 个滚珠,  $D = 15$  mm,  $D_p = 65$  mm,  $\alpha = 0^\circ$ ,内圈旋转速度  $f_r = 1\ 080$  r/min,内圈故障频率  $f_i = 88.6$  Hz,滚珠故障频率  $f_b = 73.9$  Hz,外圈故障频率  $f_o = 55.4$  Hz,保持架故障频率  $f_c = 6.92$  Hz。

图 4 所示为一组故障轴承运转状态恶化的信号,将所测的声发射信号经过 1 kHz 的高通滤波,抽出其中的高频成分,然后将滤波后的波形进行绝对值处理,再进行包络分析,对包络后的信号作频谱分析,其频域结果如图 5 所示。

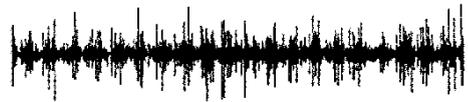


图 4 原始声发射信号

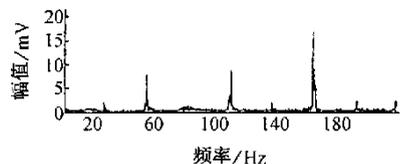


图 5 处理后的信号频谱图

观察图 5 中各个频率成分的变化可以看出,频率成分分别约在 55 和 111 Hz 附近,对照上述的故障信号的频率,可分析故障的类型,发现该频率与轴承外圈故障频率相对应。由此可以判断得出外圈出现故障。

### 4 结论

以上试验可以初步表明,滚动轴承的声发射信号能够及时准确地预报故障发生并判断故障类型。

## 超声波磁粉复合式轧辊自动探伤仪问世

由四川省省级高新技术企业——攀枝花市攀研科技产业有限责任公司为攀钢热轧板厂研制开发的集超声波与旋转磁场磁粉检测为一体的热轧板轧辊自动探伤仪,最近经科技成果查新机构认证,国内外均无相同文献报道,具有新颖性和实用性。该装置自2004年正式投入生产现场运行一年多以来,性能稳定、灵敏度高、探伤信息客观准确,受到用户好评。

轧辊是轧钢厂最重要的冶金工具之一,由于它价格高、工作条件苛刻、事故多、损耗严重而倍受轧钢界的关注。轧辊的质量直接关系到轧制生产线的作业效率和产品成形质量,因此必须经常对使用中的轧辊进行表面及内部缺陷的探伤检查,以便及时发现和清除隐患,确保板材或型材轧制产品的质量和设备运行安全。

在几种轧辊探伤技术中,超声波探伤高效、便捷,但在轧辊表面及近表面2~3 mm区域容易形成检测盲区;针对表面缺陷的涡流探伤会受到较多不确定因素的影响而导致误报;磁粉探伤比涡流探伤更适合轧辊表面缺陷检测,但其自动化的实现又有

与其它检测方法相比,声发射检测方法的优点有:①能够及早诊断故障。②信号单纯干净,抗干扰性好,因此能够及时、可靠地预报故障的发生。因此,声发射可以作为一种可靠的检测方法用于滚动轴承的在线监测。

### 参考文献:

- [1] 盛兆顺,尹琦岭. 设备状态监测与故障诊断技术及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 袁振明. 声发射技术及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1985.
- [3] 李造鼎,李锡润,虞和济. 故障诊断的声学方法[M]. 北京:冶金工业出版社,1989.
- [4] Roberts TM, Talebzadeh M. Acoustic emission monitoring of fatigue crack propagation[J]. Journal of Constructional Steel Research, 2003, 10(2):.
- [5] 王祖荫. 声发射技术基础[M]. 济南:山东科学技术出版社,1990.
- [6] 滕山邦久,著,冯夏庭,译. 声发射技术的应用[M]. 北京:冶金工业出版社,1996.
- [7] 王仲生,等. 无损检测诊断现场实用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2002.

相当的难度。目前,国外先进国家对轧辊的探伤已发展为超声波与涡流两种技术相结合的综合检测系统,并实现了探伤全过程的计算机自动控制,而国内绝大多数钢铁企业仍在采用非完全自动控制的超声波探伤,有的还是手工磁粉探伤。

为研制一种比国外超声波和涡流综合检测系统更具客观性的新装置,实现不同辊径轧辊超声波自动检测和自动磁化,最大限度地消除探伤工作中人为的不确定因素,提高检测效率,减少工人劳动强度,攀研科技产业公司引进磁粉探伤技术进行表面和近表面探伤补充,于2003年3月将自主研发的能有效监测轧辊表面裂纹及内部缺陷的超声波和磁粉复合式探伤装置投入生产现场试运行,并用手工复检对新仪器自动探伤结论进行对比试验。结果表明,该装置自动化程度高,实现了关键技术的突破,即超声波探伤深度>500 mm,磁粉探伤灵敏度达到A30/100,无探伤盲区,无误报,检测准确率接近100%,每支轧辊探伤时间<5 min。

(攀钢钢铁研究院 唐诗全)

(上接第582页)

## 6 结束语

该系统引入虚拟仪器概念,利用计算机系统的强大功能,结合超声、涡流和声阻探伤相应的硬件以及数控放大和信号采集系统,利用LabVIEW软件平台,在屏幕上构建与传统仪器类似的可视化软件面板,用功能强大的软件来完成信号的采集(实时或事后)、分析、显示和存储,并给出检测结果。该系统把超声、涡流和声阻三个检测系统综合成一台仪器,实现了探伤一体化和智能化,试用证明,能满足部队航空维修无损检测的需要,实现了探伤工作快速、机动和高效的要求,减轻了探伤人员的劳动强度,提高了检测的可靠性。

### 参考文献:

- [1] 郭丽. 基于虚拟仪器的超声探伤仪设计[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2003.
- [2] 郭华. 基于PCI总线的虚拟超声探伤仪的实现[M]. 南京:南京航空航天大学出版社,2002.
- [3] 汤秀芬. 虚拟仪器及其构建技术[J]. 计量与测试技术, 2001, 28(1): 28.

# 滚动轴承故障的声发射检测技术

作者: [李凤英](#), [沈玉娣](#), [熊军](#), [LI Feng-ying](#), [SHEN Yu-di](#), [XIONG Jun](#)  
 作者单位: [西安交通大学, 机械工程学院, 西安, 710049](#)  
 刊名: [无损检测](#) **ISTIC PKU**  
 英文刊名: [NONDESTRUCTIVE TESTING](#)  
 年, 卷(期): 2005, 27(11)  
 引用次数: 4次

## 参考文献(7条)

1. [盛兆顺](#), [尹琦岭](#) [设备状态监测与故障诊断技术及应用](#) 2003
2. [袁振明](#) [声发射技术及其应用](#) 1985
3. [李造鼎](#), [李锡润](#), [虞和济](#) [故障诊断的声学方法](#) 1989
4. [Roberts TM](#), [Talebzadeh M](#) [Acoustic emission monitoring of fatigue crack propagation](#) 2003(02)
5. [王祖荫](#) [声发射技术基础](#) 1990
6. [滕山邦久](#), [冯夏庭](#) [声发射技术的应用](#) 1996
7. [王仲生](#) [无损检测诊断现场实用技术](#) 2002

## 相似文献(10条)

### 1. 学位论文 [靳倩](#) [基于声发射检测的滑动轴承状态监测与诊断系统研究](#) 2008

滑动轴承是旋转机械的重要支撑部件,其安全稳定运行关系到整个机组的安全性和稳定性。影响轴承状态的因素很多,有包括轴承材料、型式等内因的作用,也有包括运行工况、检修工艺等外因的作用。

声发射信号与轴承的状态有良好的对应关系。本文以LabVIEW为软件开发平台,开发了基于声发射检测的滑动轴承状态监测与诊断系统。系统的硬件包括声发射传感器、信号放大器、信号分离器、数据采集卡以及PC计算机。硬件与软件集成后,所获得的滑动轴承状态监测与诊断系统具有如下功能:(1)声发射信号的采集和滤波。(2)信号分析。包括:频谱分析、能量率计算、振铃计数率计算、事件计数率计算、信号中心频率计算、自相关分析、频谱能量不稳定性计算。(3)结合轴承状态声发射特征库,提取轴承状态特征,进行状态诊断。

利用本文开发的滑动轴承状态监测与诊断系统,在实验室的转子试验台上进行滑动轴承实验,检验不同转速下监测系统所检测的声发射测量参数的准确性,并模拟滑动轴承的典型故障状态,利用本文开发的系统对轴承的故障进行诊断。实验结果表明,本系统各测量参数的误差基本满足要求,系统对声发射信号的采集和分析性能良好;本系统能准确地识别出所模拟的轴承故障;该系统响应速度快,检测精度较高,操作简便,人机界面友好,可维护性好,具有良好的工程应用价值。

### 2. 会议论文 [李琳](#), [张永祥](#), [童艳](#) [基于声发射和高阶谱分析的滚动轴承故障诊断](#)

提出用声发射技术对轴承内环裂纹故障进行检测,介绍声发射机理,并应用包络分析和高阶谱累计量对信号进行解调和降噪处理。实验证明,利用声发射技术并结合包络处理及双谱分析对轴承进行检测是可行的,检测简单、准确,具有实际应用价值。

### 3. 期刊论文 [谢爱平](#), [龚文](#), [黄学文](#), [喻超杰](#) [声发射检测滑动轴承故障研究进展 - 湖南电力](#)2008, 28(2)

介绍了声发射技术的发展和现状及其在滑动轴承故障中的应用。叙述了国内声发射轴承故障检测的现状,分析了滑动轴承声发射检测的研究热点、难点及发展前景。

### 4. 学位论文 [黄琪](#) [基于声发射检测的滑动轴承故障诊断方法研究](#) 2008

滑动轴承是旋转机械的重要支撑部件,其安全稳定运行关系到整个机组的安全性和稳定性。传统的滑动轴承故障监测与诊断方法存在一些不足之处,不能良好地将故障类型与特征参数对应起来。本文采用声发射检测技术来监测和分析轴承的运行状况,找出轴承状态与声发射信号特征之间的定性或定量的关系,实现对轴承的运行工况状态进行判定。

用理论方法分析了滑动轴承声发射信号的特点以及产生的机理,通过研究发现,声发射信号的能量主要来源于轴瓦与油液之间的摩擦。作为理论分析算例,本文以300Mj汽轮发电机组模拟转子实验台的一个轴承为研究对象,计算了其功率损失(声发射信号能量与滑动轴承功率损失成正比)与变工况之间的关系,得出如下结论:润滑油温度升高,轴承功率损失减小;轴承载荷增大,功率损失增大;润滑油量减小,功率损失增大。

分析了滑动轴承声发射信号的特点,采用小波分解和重构的方法提取轴承摩擦的声发射信号,并在此基础上采用自相关等波形分析方法以及传统特征参数等方法来分析声发射信号,以建立起轴承运行状态与声发射特征参数之间的关系。

采用现场试验和实验室实验方法,找出了能有效反映轴承运行状态的声发射特征参数,如能量率、频率中心、自相关系数最大值等参数,并提出了一种新的能反映信号不稳定程度的参数——频谱能量不稳定性,并得到了升降速过程、变工况过程以及故障过程中,轴承运行状态与声发射特征参数之间的关系,建立起了滑动轴承异常工况与声发射信号特征参数之间的定性关系,并在此基础上确定了判定故障及轴承运行状态的方法及标准。

### 5. 期刊论文 [黄琪](#), [余波](#), [李录平](#), [张海](#), [HUANG Qi](#), [YU Bo](#), [LI Lu-ping](#), [ZHANG Hai](#) [基于声发射检测的滑动轴承状态诊断实验研究 - 电站系统工程](#)2008, 24(2)

首先通过理论计算得出了不同润滑油参数下,滑动轴承声发射信号能量的大小,然后通过300 MW汽轮发电机组模拟转子试验台上模拟工程实际中滑动轴承的两类常见异常工况,利用小波分析和传统的傅立叶变换对得到的滑动轴承声发射信号进行分析处理,提取了轴承声发射信号的特征参数,并得到了滑动轴承不同运行状态下的声发射信号特征参数变化规律,同时也验证了理论分析结果。

### 6. 学位论文 [理华](#) [轴承运行状态声发射检测技术研究](#) 2002

该文对于高速行驶的铁路货车的滚动轴承的不分解检测的声发射检测法进行了研究。另外,对内燃机车的曲轴的滑动轴承的在线检测也做了探讨。主要工作有如下几方面:从理论和现象上分析了声发射现象,包括产生的条件及发射源。从应用的角度分析了声发射信号的特征及表示方法。最后分析了故障轴承的声发射信号的特征。证明了使用声发射法对轴承故障检测的可行性。分别提出了滚动轴承和滑动轴承的故障检测仪的设计方案。并对于所需要的条件,所要达到的目标,安装方法,使用方法等相关问题进行了研究。探讨了神经网络和径向基函数(RadialBasisFunction, RBF)神经网络的概念和原理的调节方法。对每个参数进行了训练,优选出了两个参数来进行参数估计。对轴承故障的预测取得较好的效果。所设计滚动轴承检测仪在使用中显示了很大的使用价

值,基本达到了预期效果.所设计的滑动轴承检测仪还有待在实践中检验.

7. 期刊论文 [廖传军, 罗晓莉, 李学军, LIAO Chuan-jun, LUO Xiao-li, LI Xue-jun 基于声发射的滚动轴承损伤振动机理研究 -无损检测](#)2007, 29(12)

论述了声发射技术应用于滚动轴承状态监测和故障诊断的方法.对各典型状态滚动轴承在不同转速和载荷下的声发射信号进行了振动分析,研究了滚动轴承的损伤振动随转速和载荷的变化规律.定义了基于振动分析的声发射信号特征参数,研究了各特征参数随转速、载荷和损伤类型的变化规律.研究结果为滚动轴承的安全运行、状态监测和故障诊断提供了一种新的方法.

8. 期刊论文 [靳倩, 李录平, 黄琪, 饶洪德, JIN Qian, LI Lu-ping, HUANG Qi, RAO Hong-de 基于LabVIEW的滑动轴承故障声发射检测系统研究 -仪表技术与传感器](#)2008, ""(11)

LabVIEW采用图形化编程语言进行模块化设计,它所构建的虚拟检测系统具有程序易于拓展、功能易于升级的优点.针对已有的声发射检测仪不能专门针对滑动轴承故障的声发射信号特征参数做出检测的缺点,以LabVIEW为软件平台,开发了滑动轴承故障声发射检测系统,并验证了该系统的有效性.

9. 学位论文 [吴艳 旋转机械声发射检测与故障诊断系统的研究与实现](#) 2006

声发射检测技术是一种动态实时的无损检测方法,能够有效的检查出材料中正在发展的诸如裂纹扩展、纤维断裂以及其它形式损伤所发出的瞬态弹性波,声发射技术通过采集和分析声发射信号来对结构或材料中的缺陷进行判断和识别,从而判断裂纹的发生、特点及其发展趋势,以达到检测和诊断的目的.

声发射技术的应用方式主要为各种结构和材料在载荷等试验条件下的缺陷检测和评估、实际应用条件下的状态监测和特殊过程(如树木的水蒸腾过程中的声发射现象等)的状态监测应用等.

本文主要简述了声发射技术的特点、声发射检测和故障诊断技术以及声发射仪器发展现状,深入讨论和分析了声发射信号处理分析技术,介绍了虚拟仪器的概念和特点,并在此基础上提出和开发了一套多通道数字化声发射检测系统.该系统集中实现了多通道实时采集、多卡信号分析、以及信号事后分析等功能.其构成包括多通道声发射专用便携式主机、高速采集卡、声发射传感器、前置放大器、17寸液晶显示器、声发射信号调理装置和声发射系统分析软件.

多通道数字化声发射检测系统能够实时采集和显示声发射信号的波形和参数信号,所以可满足现场和实验室的各种应用要求(波形采集分析为基础或参数采集分析为基础),使用者可以根据需要应用各种信号分析处理工具进行后续的深入信号分析,包括定义更有针对性的声发射参数等.

本论文主要以旋转机械滚动轴承为研究对象,研究声发射无损检测方法在故障诊断中的应用.针对滚动轴承声发射信号比较复杂的特点,选择合适的信号处理方法对轴承运行状态进行识别,除波形特征参数外,还包括以声发射波形信号为基础的时域参数分析、FFT频域分析、小波分析以及对轴承故障的模式识别.

10. 期刊论文 [理华, 徐春广, 肖定国, 黄卉, 郑军, 季皖东, 郭浩 小波包原理在滚动轴承声发射检测技术中的应用 -机械](#)2002, 29(4)

详细分析了小波包滤波原理.在大量实验分析和理论分析的基础上,提出了使用基于特征频率的小波包滤波方法.从而解决了由噪声引起的检测故障滚动轴承误判的问题,并为下一步的信号特征提取打下了坚实的基础.

## 引证文献(4条)

1. [于江林, 戴光, 王美波, 余永增 滚动轴承非接触式声学故障诊断方法研究及应用\[期刊论文\]-声学技术](#) 2009(1)
2. [于江林, 余永增, 戴光, 汪雪 滚动轴承声发射信号的人工神经网络模式识别技术\[期刊论文\]-大庆石油学院学报](#) 2008(5)
3. [郝如江, 卢文秀, 褚福磊 声发射检测技术用于滚动轴承故障诊断的研究综述\[期刊论文\]-振动与冲击](#) 2008(3)
4. [廖传军, 罗晓莉 基于AE技术的旋转机械故障监测与诊断系统\[期刊论文\]-无损检测](#) 2007(8)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wsjc200511007.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wsjc200511007.aspx)

下载时间: 2010年5月27日